

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.10.068

双层多舱综合管廊设计要点与实例分析

仇含笑

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 随着综合管廊建设的不断发展,纳入综合管廊的管线种类日益增多,综合管廊舱室数量随之增加,需考虑将舱室进行合理布置,从而提高地下空间的利用效率。通过优化管线布局,将综合管廊舱室上下叠放,可有效减少管廊对城市地下空间的占用,为满足城市发展需求提供了新思路。以某综合管廊工程为例,对双层多舱综合管廊工艺设计、结构设计及基坑设计三方面进行分析,总结了双层多舱综合管廊设计要点,为类似工程提供实践经验和参考依据。

关键词: 双层多舱综合管廊;交叉口;工艺设计;结构设计;基坑设计

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)10-0305-04

0 引言

在城市基础设施规划和建设中,综合管廊发挥着越来越重要的作用。通过对各类地下管线进行集中敷设与集约管理,综合管廊有效释放了道路下部空间,解决了城市中常见的“马路拉链”问题^[1]。

随着近年综合管廊建设的不断发展,纳入综合管廊的管线类型逐渐不限于常见的电力电缆、通信光缆、给水管线,以往较少考虑入廊的供冷供热管线、燃气管线、雨污水管线等,在一些项目中也开始纳入其中^[2]。纳入综合管廊的管线种类逐渐增多,综合管廊舱室数量也有所增加,在国内的综合管廊项目中,三舱、四舱甚至更多舱室的综合管廊变得普遍^[3]。然而,在道路或地块受到红线限制的区域,水平布置所有舱室可能占用过宽红线,不利于地下空间的充分开发。为解决这一问题,需要考虑将舱室进行上下叠放,以减少对地下空间的占用。

本文将以华东某机场综合管廊工程为例,对双层多舱综合管廊工程的工艺设计、结构设计、基坑设计等方面进行分析,将双层多舱综合管廊设计过程中需要注意的重点进行梳理总结,为类似工程提供实践经验和参考依据。

1 工程概况

某综合管廊工程位于华东某机场内部,总长

1.224 km,纳入供冷供热管线、给水管线、回用水管线、电力电缆以及通信光缆,采用双层三舱断面。

综合管廊作为机场内部的管线通道,穿越现状道路及河道、航站楼前高架、地下轨交(盾构)、捷运桥梁等临近工程,且部分管廊位于机场预留地块红线内,综合管廊平面布置如图 1 所示。为保证综合管廊穿越各类障碍,并尽量减少对预留地块的占用,综合管廊采用双层三舱断面,分别为电信舱、综合舱及能源管道舱,综合管廊典型标准断面如图 2 所示。

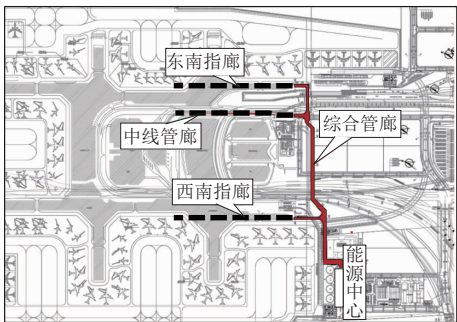


图 1 综合管廊平面图

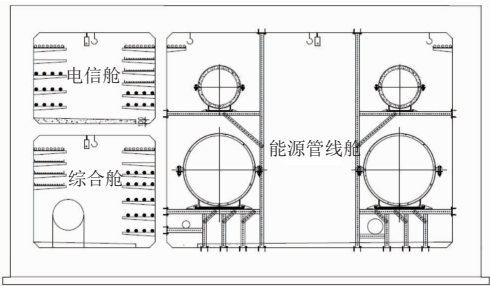


图 2 综合管廊标准断面图

由图可知,电信舱纳入电力电缆及通信光缆,综合舱纳入电力电缆、通信光缆及给水管线,能源管道

收稿日期: 2023-12-18

作者简介: 仇含笑(1991—),女,工学硕士,工程师,从事结构设计工作。

舱纳入供冷供热管线及回用水管。由于纳入能源管道舱的供冷供热水管管径较大,能源管道舱净高较高,在设计中考虑充分利用舱室高度,将电力管线分为上下两舱,按两回路进行电缆设计,保障机场用电安全。

本工程纳入管线数量较多,并采用双层三舱断面,节点做法较为复杂。为保证设计方案的合理性,利用BIM技术对综合管廊各节点进行建模,并按管线实际转弯半径对管廊内空间进行复核,保证管廊功能的充分发挥。

2 双层多舱综合管廊工艺设计

2.2.1 通风吊装口设计

为确保综合管廊内余热、余湿和有害气体等物质能够迅速排出,同时能在人员巡视和检修期间提供足够的新鲜空气,综合管廊在正常运行时需要配置通风系统进行通风换气^[4]。同时,为在综合管廊本体土建完成之后进行综合管廊内的管线铺装,必须预留材料的吊装口,吊装口也是今后综合管廊内管线维修、更新的投放口^[5]。

本工程综合管廊各舱室平时通风均采用机械进风、机械排风的通风方式。通风系统每400 m左右为一个通风区间,每个通风区间一端设置送风机机械进风,另一端设置排风机机械排风,形成推拉式的纵向通风系统^[6]。吊装口设计需考虑到综合管廊内所需的投入管材的尺寸、人员紧急出入口等因素。一般综合管廊沿线不超过400 m设置一个吊装口。

由于本工程位于机场内部,出地面部分受周边工程限制,考虑将通风口及吊装口合建,且三舱室共用一处吊装口。为保证大口径供冷供热管线的吊装,在综合管廊夹层内增设钢梁及电动葫芦;下层舱室局部扩大,利用侧面空间实现通风、吊装功能。具体做法如图3所示。

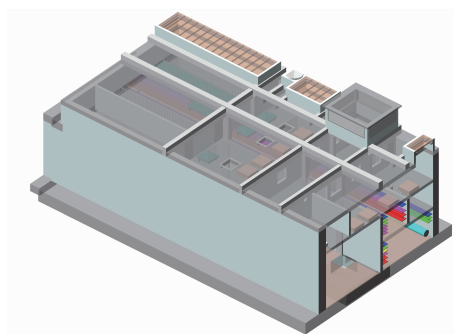


图3 通风吊装口做法示意图

2.2.2 交叉口设计

在本工程中,存在两处双层三舱管廊与双层三

舱管廊的交叉口,在两根管廊交叉处为满足管线交叉联通功能,需设置综合管廊交叉口。交叉口是综合管廊的重要节点。

由于本工程综合舱和电信舱各自独立设置防火分区,且电力电缆按两回路设计,交叉时需保证各舱室独立通风,并在电缆穿越夹层时做好隔离。为保证本工程交叉口设计满足管线走向、管线转向的特殊要求,同时满足防火分区、安装、检修、人员通行等要求,本次设计在需穿越的层间设置电缆竖井,并在电缆竖井内设置通风竖井,使双层三舱管廊上舱及下舱分别完成交叉联通,具体做法如图4所示。

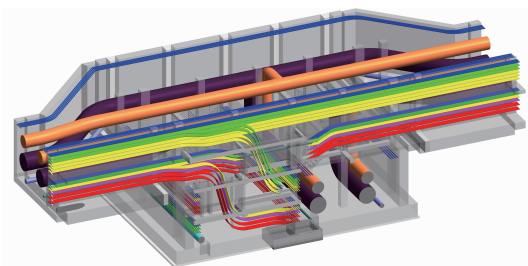


图4 交叉口做法示意图

2.2.3 管线分支口设计

本管廊工程内的10 kV电力电缆、通信电缆和给水管道需要为周边地块提供服务,因此需要设置管线分支节点,便于各类市政管线出入。

由于本工程电力电缆按两回路设计,上下两舱的电力管线及通信管线均需引出。上舱管线参照常见做法,局部加高后直接利用综合管廊上部3 m覆土引出;下舱管线通过舱室局部扩大,利用侧面空间实现管线功能,具体做法如图5所示。

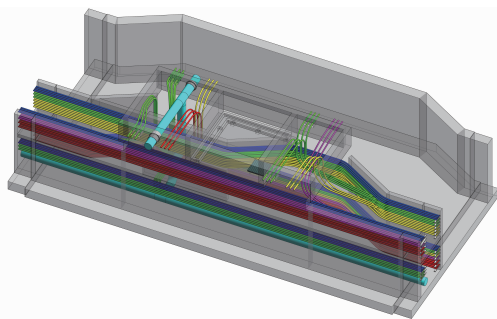


图5 管线分支口做法示意图

2.2.4 端部井设计

综合管廊内部供冷供热管线及回用水管线需在终点处接入能源中心,内部电力管线、信息管线及给水管线需引出至道路下方。为保证管廊内管线全部引出管廊,需设置综合管廊端部井。端部井需考虑管线走向及管线转弯半径,满足管线的接出需求。

在本工程中,能源管道采用支廊形式与能源中心地下室相连,上下两舱利用综合管廊上方3 m覆

土进行引出。由于入廊管线数量较多,为保证下层管线引出,端部并在标准断面基础上进行加宽,并在上舱走道板处进行局部开洞,将下层管线全部引至上部,具体做法如图 6 所示。

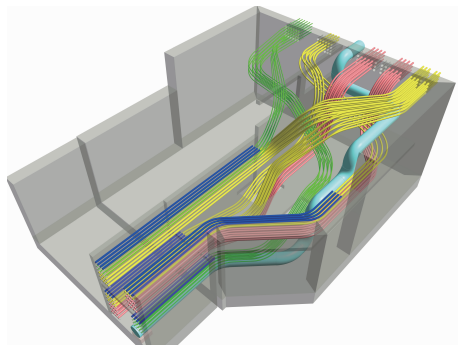


图 6 端部井做法示意图

3 双层多舱综合管廊结构设计

3.1 双层三舱综合管廊结构计算

综合管廊结构承受的主要荷载有:结构及设备自重、管廊内部管线自重、土压力、地下水压力、地下水浮力、汽车荷载以及其他地面活荷载^[7]。标准段和特殊节点的结构计算均采用闭合框架法,部分造型复杂的特殊节点采用三维有限元分析法进行复核。闭合框架计算模型见图 7。

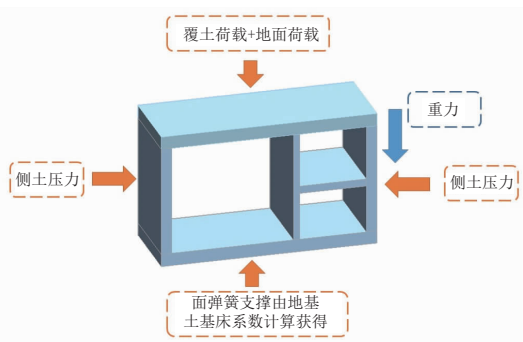


图 7 闭合框架计算模型简图

本工程综合管廊断面外包尺寸达 $12.2\text{ m} \times 7.0\text{ m}$ (宽 $\times$ 高),标准断面与特殊节点主要为抗浮控制,局部倒虹处由于埋深较深,所受土压力较大,为承载力极限控制。根据计算结果,综合管廊部分特殊节点抗浮要求较难满足,底板及能源管线舱壁板厚达到 $1\,000\text{ mm}$ 以上。为保证管廊节点设计经济合理,在节点底板下设置抗拔桩,同时兼做承压桩,减少管廊结构及地基处理工程量。

3.2 防水防渗设计

在进行综合管廊结构防水设计时,严格按照《建筑与市政工程防水通用规范》(GB 55030—2022)^[8]标准设计,防水设防等级为一级。

综合管廊采用结构自防水为主,附加防水设计

为辅的方式,按照规范要求,综合管廊需采用两道外防水,具体做法为:综合管廊顶板顶面、侧墙外侧采用 1.5 mm 厚水泥基渗透结晶防水涂料和 2 mm 厚单组份聚脲弹性体防水涂料,底板底面采用 1.5 mm 厚预铺反粘 TPO 防水卷材进行外防水和 2 mm 厚单组份聚脲弹性体防水涂料。

地下工程结构外侧的防水耐久性高于地上工程,为避免施工及回填时对防水层的影响、同时为提高防水卷材的有效使用时间,综合管廊底板和壁板防水层外侧增加 70 mm 厚细石混凝土保护层,底板底增加 50 mm 厚细石混凝土保护层,具体做法详见图 8。

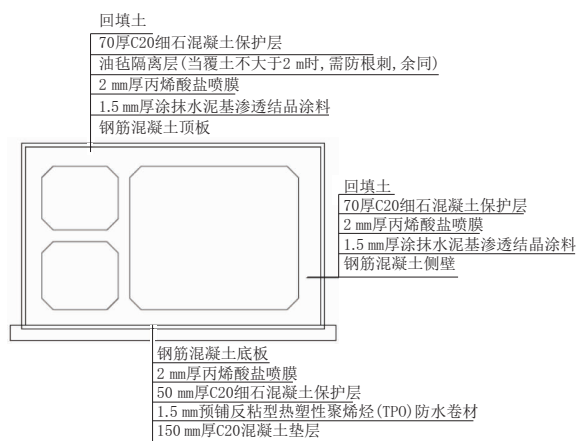


图 8 防水做法示意图

3.3 地基处理设计

本工程范围地质条件较差,软弱层土厚度深达 13 m 左右。管廊持力层主要为 4 层淤泥质土,地基承载力特征值为 55 kPa 。该层土地基承载力较低,为高含水量、高压缩性、低强度地基土,为控制基坑的回弹变形和工后沉降,拟进行地基加固处理。

根据《地基处理技术规范》(DG/TJ08-40—2010)^[9],水泥搅拌桩复合地基施工方便,工艺成熟。最大限度地利用了原状土。施工时无震动,对周围原有建筑物及地下管沟影响很小,采用水泥搅拌桩复合地基作为本工程的地基处理方案。水泥搅拌桩常用的有两轴和三轴两种,三轴水泥搅拌桩加固深度满足要求,加固效果可靠,采用三轴水泥搅拌桩进行地基加固。三轴水泥土搅拌桩桩径 0.85 m ,搭接长度为 0.25 m ,采用满堂加固,处理深度为 $4\sim 6\text{ m}$,同时兼做基坑工程坑内加固,提高基坑工程的安全性。

4 双层多舱综合管廊基坑设计

4.1 河道内设计方案

综合管廊总长约 $1\,224\text{ m}$,其中约 210 m 综合管

廊走向与现状河道平行,部分管廊结构位于河道内。为保证综合管廊在现状河道内施工,需拆除河道南岸护岸,并建设施工期钢板桩围堰。涉河段综合管廊标准断面及节点基坑开挖深度约10 m,采用SMW工法桩+两道水平支撑(一混凝土一钢或两道混凝土支撑)基坑支护方案。

河道底面标高约为-0.5 m,现状地面标高约为4 m,管廊基坑两侧高差达4.5 m。为保证基坑实施,在原河道范围回填土至2.2 m标高,并对现状地面进行放坡开挖,同样开挖至2.2 m标高。开挖断面如图9所示。

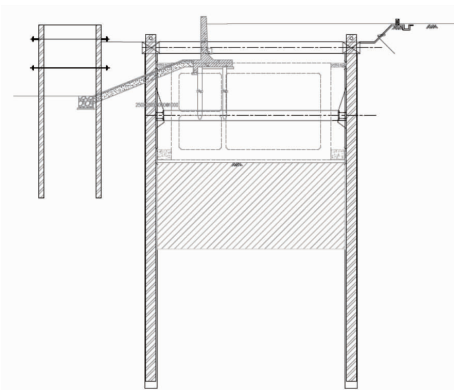


图9 综合管廊开挖断面示意图

4.2 与桥梁桩基共建方案

综合管廊与机场捷运垂直相交,机场捷运采用桥梁形式跨越现状河道,且捷运桥梁需在综合管廊之前实施完成。在原捷运桥梁设计中,桩基平面位置与综合管廊冲突。为节约工程投资,合理利用工程桩,考虑将综合管廊围护结构与桥梁桩基共建,围护结构与桥梁桩基均采用钻孔灌注桩,同时承受水平与竖向压力,桥梁桩基承台兼做综合管廊支护冠梁。综合管廊基坑支护及地基处理实施期间,现状河道需保持正常过流,河道内止水帷幕及地基处理采用高压旋喷桩实施。

具体施工顺序为:施打管廊围护结构及桥梁桩基(钻孔灌注桩),同步实施止水帷幕及地基处理(高压旋喷桩)→桥梁实施上部结构(立柱、桥面板等)→桥梁施工完成,现状河道废弃后再开挖施工综合管廊结构。

捷运桥梁先于综合管廊完成,且桥梁桩基兼做综合管廊围护,综合管廊开挖期间应对桥桩位移进行控制,避免由于变形过大,对桥梁的正常运行造成影响。根据桥梁专业提资,开挖过程中需主要控制桩基承台处水平位移,位移限值为1 mm。此处综合管廊位于河道底部,开挖深度约为4.25 m,考虑设置一

道钢筋混凝土支撑,计算桩基承台处水平位移为0.6 mm,可满足位移限值要求。由于桥梁施工完成后仍需保证现状河道正常使用,桥梁桩基承台处预留插筋,河道废弃后在桩基承台内侧设置T型梁及钢筋混凝土支撑,尽量减少综合管廊开挖期间对桥梁桩基承台的影响。开挖断面及平面如图10、图11所示。

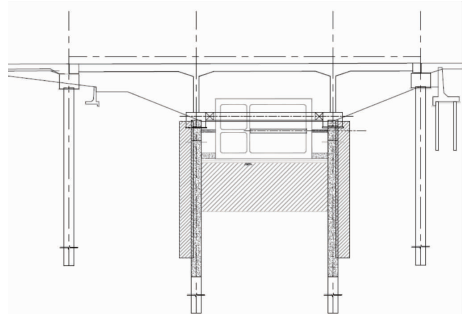


图10 管廊围护与桥梁桩基共建段开挖断面示意图

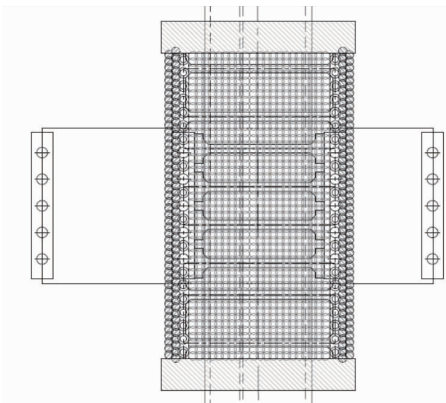


图11 管廊围护与桥梁桩基共建段开挖平面示意图

5 结语

通过将综合管廊舱室叠放设计,能够有效降低管廊对地下空间的占用,减少综合管廊施工影响范围,有利于综合管廊的推广及应用。本文对双层多舱综合管廊的工艺设计、结构设计及基坑设计方面进行分析,得出以下结论:

(1)双层多舱综合管廊工艺设计与单层管廊不同,节点设计较为复杂,需对断面进行局部扩大,保证下层舱室功能使用。

(2)双层多舱综合管廊舱室尺寸较大,为避免壁板过厚,可采用兼做抗压桩的抗拔桩,在保证抗浮的同时,减少地基处理工程量。

(3)双层多舱综合管廊埋深较深,需采用一级防水,管廊顶板及侧壁可采用一道水泥基渗透结晶防水涂料+一道防水涂料或卷材,水泥基渗透结晶防水涂料兼做找平层,保证防水效果。

(4)在河道内开挖双层多舱综合管廊基坑时,可将河道侧回填至一定标高,地面侧放坡至同一标高,

(下转第314页)

(4)管线管理及管线运维则需要根据运营管理部门的要求进行管理,包括日常巡视、管廊监控监测、以及管廊的维修。针对性制定细致的管廊管理手册以及管理制度,以确保管廊的运行正常、运行正常等等。

2.5 综合管廊未来发展趋势分析

随着综合管廊近几年的大力发展和建设的落实,综合管廊已在全国各大城市已有大量建设。综合管廊是百年工程,设计之时需考虑今后长远使用而预留容量,留有远期发展所需的空间。但是根据调查,现今的入廊率还尚未达到设计时的标准。借着本文对综合管廊的设计研究及分析,对综合管廊未来的发展趋势进行如下几点的分析研判:

(1)盘活已建管廊、在建管廊,尽量做到让设计入廊管线入廊,避免建成管廊空置,增加市场对管廊发展信心,具体举措如可采取降低收费标准等措施鼓励管线入廊。

(2)兴建综合管廊前应进行充分论证,从规划设计之时就充分考量,以减少全过程的过度投入。

(3)对老城区等管线错从复杂、管线经常要检修维护的地方进行调研,进行综合管廊建设必要性评估,与城市的规划同步发展,同步在老城区规划建设综合管廊并对老旧管线翻新入廊。

通过以上分析,综合管廊的存量、增量在未来都是充满希望,根据市场反馈,实际需求也较为庞大。在未来,综合管廊的发展一片光明。

3 结 语

在规划设计面向综合管廊的过程中,需全过程、系统性进行分析论证,充分考虑为什么建综合管廊、如何建综合管廊以及怎样建综合管廊等问题。故通过本文的综合管廊项目设计与分析需考虑以下几个方面:

(1)上位规划的理解需透彻,通过上位规划去分析论证所在项目范围内管廊建设的必要性。

(2)加强设计时的精细化,对管线入廊的分析、综合管廊地下空间的使用都应进行细致考量。

(3)设计应加强自身全方位能力,多方发展,应在设计之初、设计之时、设计之后的全过程进行情况分析,做到及时跟进、快速处理、全部解决,展现设计价值。

综合来看,现阶段的设计人员不仅要综合管廊的设计、建设等内容了解透彻,还需对整个建设周期进行思考,不断加强设计能力,不断扩展设计之外的能力,以解决现阶段市场对设计人员的更高层次的需求。

参考文献:

- [1] 林宇翔.城市综合管廊管线入廊可行性探索[J].福建建设科技,2023(3):122-124.
- [2] 郑明明.汉口滨江商务区综合管廊工程设计与探讨[J].城市道桥与防洪,2023(5):256-260.
- [3] 于丹.复杂环境下的综合管廊设计难点及优化方案[J].中国给水排水,2023(10):90-94.

(上接第308页)

保证基坑第一道支撑的实施。

(5)双层多舱综合管廊涉及穿越规划桥梁时,可将综合管廊围护结构与桥梁桩基共建,避免围护结构与桥梁桩基冲突,有利于减少工程投资。

参考文献:

- [1] 王建,王恒栋,黄剑.城市综合管廊工程建设与发展[J].工程建设标准化,2018,233(4):57-63.
- [2] 仇含笑.排水管线纳入综合管廊设计要点分析[J].特种结构,2017,34(5):27-30.
- [3] 白鹤瀛,安然,王长祥,等.双层多舱综合管廊标准断面及其附属设

计[J].中国给水排水,2021,37(16):68-72.

- [4] 张锴生.小窑湾国际商务区综合管廊工程设计分析[D].辽宁:大连理工大学,2014.
- [5] 李建,马小蕾,王海梅,等.综合管廊主要节点及附属设施设计方案分析[C].//中国土木工程学会全国排水委员会2016年年会论文集.北京:中国土木工程学会,2016:49-56.
- [6] 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司.集约进风口、出风口、逃生口的综合管廊:CN202122155929.X[P].2022-01-25.
- [7] 颜晓可,季根录,夏波,等.金义都市新区综合管廊建设方案浅析[J].城市建设理论研究(电子版),2015(21):6517-6518.
- [8] GB 55030—2022,建筑与市政工程防水通用规范[S].
- [9] DG/T J08-40—201,地基处理技术规范[S].